

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 2 5 日
Date of Application:

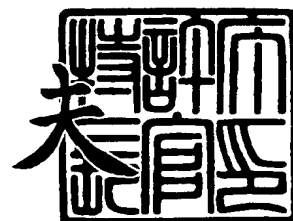
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 3 3 2 5 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 3 3 2 5 9]

出 願 人 国 産 電 機 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 2 8 7 8

【書類名】 特許願
【整理番号】 03063K
【提出日】 平成15年 9月25日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H02J 7/14
H02P 9/04

【発明者】
【住所又は居所】 静岡県沼津市大岡 3 7 4 4 番地 国産電機株式会社内
【氏名】 鈴木 秀彰

【発明者】
【住所又は居所】 静岡県沼津市大岡 3 7 4 4 番地 国産電機株式会社内
【氏名】 中川 昌紀

【発明者】
【住所又は居所】 静岡県沼津市大岡 3 7 4 4 番地 国産電機株式会社内
【氏名】 村松 秀一

【特許出願人】
【識別番号】 000001340
【氏名又は名称】 国産電機株式会社

【代理人】
【識別番号】 100073450
【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 2 丁目 5 番 2 号 エアチャイナビル 9 階 松本
特許事務所

【弁理士】
【氏名又は名称】 松本 英俊
【電話番号】 03-3595-4703

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2002-321476
【出願日】 平成14年11月 5日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 039114
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 要約書 1
【物件名】 図面 1
【包括委任状番号】 0013849

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

磁石回転子と前記磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に m 相（ m は 1 以上の整数）の電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えた磁石発電機と、前記磁石発電機から得られる m 相の交流出力電圧を直流電圧に変換して電圧蓄積手段に印加する AC/DC コンバータ及び前記電圧蓄積手段の両端の電圧を m 相の交流電圧に変換して前記電機子コイルに印加するインバータを備えた AC/DC 相互変換回路と、前記電機子コイルの誘起電圧と周波数が等しい交流制御電圧を前記電圧蓄積手段から前記インバータを通して前記電機子コイルに印加して、前記交流制御電圧の位相角を変化させることにより前記磁石発電機の出力を目標値に近づける制御を行うべく前記インバータを制御するコントローラとを備えた発電装置であって、

前記コントローラは、

前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して遅れ側に变化させたときに前記磁石発電機の出力が増加し、前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して進み側に变化させたときに前記磁石発電機の出力が減少する制御特性を正規の制御特性とし、前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させたときに前記磁石発電機の出力が減少し、前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側に变化させたときに前記磁石発電機の出力が増加する制御特性を相反的な制御特性として、前記磁石発電機の出力の前記交流制御電圧の位相角に対する現在の制御特性が前記正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定する制御特性判定手段と、

前記制御特性判定手段による判定の結果に応じて前記磁石発電機の出力を目標値に近づける方向に前記交流制御電圧の位相角を変化させて前記交流制御電圧の新たな位相角を決定する位相角決定手段と、

前記位相角決定手段により決定された位相角を有する前記交流制御電圧を前記電機子コイルに印加するように前記インバータを制御するインバータ制御手段とを備えている発電装置。

【請求項 2】

前記磁石回転子の回転角度位置が予め定められた回転角度位置に一致したときに磁束の変化を生じさせる手段と該磁束の変化を検出してパルスが発生するコイルとを備えた磁束変化検出形の信号発生装置が設けられ、

前記コントローラは、前記位相角決定手段により決定された位相角を有する前記交流制御電圧の各零点を目標零点として前記信号発生装置が特定のパルスが発生するタイミングを基準にして各目標零点を検出する制御電圧零点検出手段を更に備え、

前記インバータ制御手段は、前記制御電圧零点検出手段により検出された各目標零点に各零点が一致する交流電圧を前記電圧蓄積手段から前記電機子コイルに印加するべく前記インバータを制御するように構成されている請求項 1 に記載の発電装置。

【請求項 3】

前記位相角決定手段は、前記制御特性判定手段により現在の制御特性が前記正規の制御特性であると判定され、かつ前記磁石発電機の出力が目標値よりも低いときに前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させることにより前記交流制御電圧の新たな位相角を決定し、前記制御特性判定手段により現在の制御特性が前記正規の制御特性であると判定され、かつ前記磁石発電機の出力が目標値よりも高いときには前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側に变化させることにより前記交流制御電圧の新たな位相角を決定し、前記制御特性判定手段により前記制御特性が相反的な制御特性であると判定され、かつ前記磁石発電機の出力が目標値よりも低いときには前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側に变化させることにより前記交流制御電圧の新たな位相角を決定し、前記制御特性判定手段により前記制御特性が相反的な制御特性であると判定され、かつ前記磁石発電機の出力が目標値よりも高いときには前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させることにより前記交流制御電圧の新たな位相角を決定するように構成されている請求項

1 または 2 に記載の発電装置。

【請求項 4】

磁石回転子と前記磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に m 相 (m は 1 以上の整数) の電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えた磁石発電機と、前記磁石発電機から得られる m 相の交流出力電圧を直流電圧に変換して電圧蓄積手段に印加する AC/DC コンバータ及び前記電圧蓄積手段の両端の電圧を m 相の交流電圧に変換して前記電機子コイルに印加するインバータを備えた AC/DC 相互変換回路と、前記電機子コイルの誘起電圧と周波数が等しい交流制御電圧を前記電圧蓄積手段から前記インバータを通して前記電機子コイルに印加して、前記交流制御電圧の位相角を変化させることにより前記磁石発電機の出力を目標値に近づける制御を行うべく前記インバータを制御するコントローラとを備えた発電装置であって、

前記コントローラは、

前記磁石発電機の出力が目標値よりも小さいときに前記交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させ、前記磁石発電機の出力が目標値よりも大きいときに前記交流制御電圧の位相角を進み側に变化させて前記交流制御電圧の新たな位相角を決定する位相角決定手段と、

前記位相角決定手段により決定された位相角を有する前記交流制御電圧を前記電機子コイルに印加するように前記インバータを制御するインバータ制御手段と、

前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して遅れ側に变化させたときに前記磁石発電機の出力が増加し、前記交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して進み側に变化させたときには前記磁石発電機の出力が減少する関係が前記交流制御電圧の位相角の変化方向と磁石発電機の出力の変化方向との間に成立する前記交流制御電圧の位相角の変化範囲を正規の位相角変化範囲として、前記正規の位相角変化範囲の進み側限界値及び遅れ側限界値と前記磁石回転子の回転速度との関係を与える制限データマップを記憶した制限データマップ記憶手段と、

前記磁石発電機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、

前記回転速度検出手段により検出された回転速度に対して前記制限データマップを検索して検出された回転速度における位相角の進み側限界値及び遅れ側限界値を求める制限データマップ検索手段と、

を具備し、

前記位相角決定手段は、前記交流制御電圧の位相角が前記進み側限界値と遅れ側限界値との間にあるときにのみ前記交流制御電圧の新たな位相角を決定するように構成されていること、

を特徴とする磁石発電機を備えた発電装置。

【請求項 5】

前記磁石発電機の磁石回転子の回転角度位置が予め定められた回転角度位置に一致したときに磁束の変化を生じさせる手段と該磁束の変化を検出してパルスが発生するコイルとを備えた磁束変化検出形の信号発生装置が設けられ、

前記コントローラは、前記位相角決定手段により決定された位相角を有する前記交流制御電圧の各零点を目標零点として前記信号発生装置がパルスが発生するタイミングを基準にして各目標零点を検出する制御電圧零点検出手段を備え、

前記インバータ制御手段は、前記制御電圧零点検出手段により検出された各目標零点に各零点が一致する交流電圧を前記電圧蓄積手段から前記電機子コイルに印加するように前記インバータを制御する請求項 4 に記載の発電装置。

【書類名】 明細書**【発明の名称】 磁石発電機を備えた発電装置****【技術分野】****【0001】**

本発明は、磁石発電機の交流出力を直流出力に変換する回路を備えた発電装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

周知のように、磁石発電機は、回転子ヨークに永久磁石を取り付けることにより磁石界磁を構成した磁石回転子と、磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に電機子コイルを巻装してなる固定子とにより構成される。

【0003】

磁石回転子は原動機の回転軸に取り付けられ、固定子は、原動機のケースやカバーなどに設けられた所定の取り付け部に固定されて、電機子鉄心に設けられた磁極部が磁石回転子の磁極部に所定のギャップを介して対向させられる。

【0004】

磁石発電機においては、磁石回転子の界磁が永久磁石により構成されているため、界磁巻線を有する磁石発電機と同じような方法で界磁を制御して、磁石発電機の出力を制御することはできない。

【0005】

そこで、本出願人は、特許文献1に示されているように、負荷側に設けたバッテリーやコンデンサなどの電圧蓄積手段からインバータを通して電機子コイルに交流制御電圧を印加し得るように発電装置を構成して、交流制御電圧の位相を変化させることにより、電機子コイルと鎖交する磁束を変化させて、磁石発電機の出力特性を変化させるようにした発電装置を提案した。

【0006】

磁石発電機において、電機子コイルの誘起電圧と等しい周波数を有する交流制御電圧を電機子コイルに印加して、該交流制御電圧の位相を電機子コイルの無負荷誘起電圧の位相に対して遅れ側に変化させると、通常は、磁石発電機の出力を増加させることができ、該交流制御電圧の位相角を進み側に変化させると磁石発電機の出力を低下させることができる。ここで、電機子コイルの無負荷誘起電圧の位相に対する交流制御電圧の位相角を「制御角」と呼ぶ。

【0007】

従って、磁石発電機の出力（出力電圧または出力電流）が目標値よりも低いか高いかによって、制御角を遅れ側または進み側に変化させることにより、磁石発電機の出力を目標値に一致させる制御を行なわせることができる。

【0008】

このように、負荷側に設けた電圧蓄積手段からインバータを通して磁石発電機の電機子コイルに交流制御電圧を印加し得るように発電装置を構成して、交流制御電圧の位相角を制御することにより磁石発電機の出力を調整する制御を、負荷側から磁石発電機を駆動しながら磁石発電機の出力を制御するという意味で、「ドライブ制御」と呼ぶことにする。

【0009】

特許文献1において提案された発電装置は、磁石界磁を有する磁石回転子と磁石界磁の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えて磁石回転子が内燃機関により駆動される磁石発電機と、この磁石発電機から得られるm相の交流出力電圧を直流電圧に変換してバッテリーやコンデンサ等の電圧蓄積手段に印加するAC/DCコンバータ及び電圧蓄積手段の両端の電圧を交流電圧に変換して電機子コイルに印加するインバータを備えたAC/DC相互変換回路と、電機子コイルの現在の誘起電圧と周波数が等しい交流電圧を交流制御電圧として電圧蓄積手段からインバータを通して電機子コイルに印加するようにインバータを制御するコントローラとを備えている。

【0010】

コントローラは、磁石発電機の出力が目標値からずれているときに、電機子コイルの誘起電圧と周波数が等しい交流制御電圧を、負荷側に設けたバッテリ等の電圧蓄積手段からインバータを通して電機子コイルに印加して、該交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側または遅れ側に変化させることにより磁石発電機の出力を目標値に近づける制御を行うようにインバータを制御する。このように、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側または遅れ側に変化させることは、交流制御電圧の制御角を制御することと等価である。

【特許文献1】特開平11-46456号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従来、磁石発電機の出力を制御するレギュレータとしては、出力電圧が目標値を超えたときに磁石発電機の出力を短絡するようにした短絡式のレギュレータが多く用いられていたが、短絡式のレギュレータを用いた場合には、磁石発電機の出力を調整する際に電機子コイルに大きな短絡電流が流れるため、電機子コイルからの発熱が多くなったり、レギュレータを構成するスイッチ素子での発熱が多くなったりするという問題があった。

【0012】

これに対し、ドライブ制御により磁石発電機の出力を調整するようにすれば、短絡電流を流すことなく磁石発電機の出力を調整することができるため、出力調整時に磁石発電機の電機子コイルの温度が上昇したり、スイッチ素子の温度が上昇したりするのを防ぐことができる。

【0013】

しかしながら、磁石発電機の回転速度を一定として、制御角を遅れ側に変化させていった場合に、制御角をある程度遅らせると、それ以上遅らせても、磁石発電機の出力が大きくなり、更に制御角を遅らせると逆に磁石発電機の出力が小さくなる現象が生じることが明らかになった。同様に、回転速度を一定として、制御角を進み側に変化させていった場合に、制御角をある程度進ませると、それ以上進ませても、磁石発電機の出力が小さくなり、逆に大きくなる現象が生じることが明らかになった。

【0014】

従って、ドライブ制御において、発電機の出力と目標値との差が大きい場合に、制御角を遅れ側に変化させていくと、制御の途中で制御角の変化の方向と磁石発電機の出力の変化の方向との関係が逆転し、制御角の遅れに伴って磁石発電機の出力が減少するようになる。このような状態が生じるといつまでも制御角が遅れ側に変化し続けることになり、発電機の出力を目標値に収束させることができなくなる。同様に、制御角を進ませて磁石発電機の出力を抑制する制御を行う際に、制御角を進み側に変化させ過ぎると、制御の途中で、制御角の変化に伴って磁石発電機の出力が増加するようになり、発電機の出力を目標値に収束させることができなくなる。

【0015】

本発明の目的は、発電機の出力を目標値に収束させることができなくなるといった異常な状態を生じさせることなく、磁石発電機の出力の制御を常に的確に行なうことができるようにした発電装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、磁石回転子と磁石回転子の磁極に対向する磁極部を有する電機子鉄心に m 相（ m は1以上の整数）の電機子コイルを巻装してなる固定子とを備えた磁石発電機と、前記磁石発電機から得られる m 相の交流出力電圧を直流電圧に変換して電圧蓄積手段に印加するAC/DCコンバータ及び前記電圧蓄積手段の両端の電圧を m 相の交流電圧に変換して前記電機子コイルに印加するインバータを備えたAC/DC相互変換回路と、前記電機子コイルの誘起電圧と周波数が等しい交流制御電圧を前記電圧蓄積手段から前記インバー

タを通して前記電機子コイルに印加して、前記交流制御電圧の位相角を変化させることにより前記磁石発電機の出力を目標値に近づける制御を行うべく前記インバータを制御するコントローラとを備えた発電装置に適用される。

【0017】

本発明においては、前記コントローラに、磁石発電機の出力の交流制御電圧の位相角に対する現在の制御特性が正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定する制御特性判定手段と、制御特性判定手段による判定の結果に応じて前記磁石発電機の出力を目標値に近づける方向に前記交流制御電圧の位相角を変化させて前記交流制御電圧の新たな位相角を決定する位相角決定手段と、位相角決定手段により決定された位相角を有する交流制御電圧を電機子コイルに印加するようにインバータを制御するインバータ制御手段とが設けられる。

【0018】

上記制御特性判定手段は、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して遅れ側に变化させたときに磁石発電機の出力が増加し、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して進み側に变化させたときに磁石発電機の出力が減少する制御特性を正規の制御特性とし、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させたときに磁石発電機の出力が減少し、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側に变化させたときに磁石発電機の出力が増加する制御特性を相反的な制御特性として、磁石発電機の出力の交流制御電圧の位相角に対する現在の制御特性が正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定する。

【0019】

このように、本発明では、磁石発電機の出力の交流制御電圧の位相角に対する現在の制御特性が正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定する手段を設けて、その判定結果に応じて、磁石発電機の出力を目標値に近づける際の交流制御電圧の位相角を決定するため、制御特性が正規の制御特性であるときには、磁石発電機の出力が目標値よりも小さいときに交流制御電圧の位相角が遅れ側に变化し、磁石発電機の出力が目標値を超えたときには交流制御電圧の位相角が進み側に变化して、磁石発電機の出力を目標値に近づける。また、制御特性が相反的な制御特性であるときには、磁石発電機の出力が目標値よりも小さいときに交流制御電圧の位相角が進み側に变化し、磁石発電機の出力が目標値を超えたときには交流制御電圧の位相角が遅れ側に变化することにより磁石発電機の出力を目標値に近づける。

【0020】

従って、本発明によれば、磁石発電機の出力を目標値に向けて増加させる制御を行なっている過程で制御特性が正規の制御特性から相反的な制御特性に切り替わったときに交流制御電圧の位相角が遅れ側に变化し続けて正常な制御に復帰することができなくなったり、磁石発電機の出力を目標値に向けて減少させる制御を行なっている過程で制御特性が正規の制御特性から相反的な制御特性に切り替わったときに交流制御電圧の位相角が進み側に变化し続けて正常な制御に復帰することができなくなるといった異常な状態が生じるのを防いで、制御角による磁石発電機の出力の制御を常に的確に行なわせることができる。

【0021】

本発明の好ましい態様では、磁石回転子の回転角度位置が予め定められた回転角度位置に一致したときに磁束の変化を生じさせる手段と該磁束の変化を検出してパルスが発生するコイルとを備えた磁束変化検出形の信号発生装置が設けられ、位相角決定手段により決定された位相角を有する交流制御電圧の各零点を目標零点として、信号発生装置が特定のパルスが発生するタイミングを基準にして各目標零点を検出する制御電圧零点検出手段がコントローラに更に設けられる。

【0022】

この場合、インバータ制御手段は、制御電圧零点検出手段により検出された各目標零点に各零点が一致する交流電圧を電圧蓄積手段から電機子コイルに印加するべくインバータを制御するように構成される。

【0023】

磁束変化検出形の信号発生装置は、例えば、磁石回転子に設けたリラクタと、該リラクタのエッジを検出したときにパルスを発生する信号発生器とにより構成することができ、信号発生器は、リラクタに対向する磁極部を有する鉄心と該鉄心に巻回された信号コイルと、鉄心に磁気結合された永久磁石とにより構成することができる。

【0024】

磁束変化検出形の信号発生装置は、ホール素子のような熱に弱い半導体センサを用いずに構成することができるため、磁石発電機を内燃機関のカバー内に設ける場合に、信号発生装置を磁石発電機と共に該カバー内に収容することができる。

【0025】

上記の構成では、制御角の変化の方向と、磁石発電機の出力の変化の方向とから現在の制御特性が正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定するようにしたが、予め磁石発電機の特性を調べて、磁石発電機の回転速度と制御特性との関係を与えるデータを用意しておき、このデータに基づいて制御特性が相反的な制御特性にならないように、制御角を制御するようにすることもできる。

【0026】

このような構成をとる場合には、コントローラに、磁石発電機の出力が目標値よりも小さいときに交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させ、磁石発電機の出力が目標値よりも大きいときに前記交流制御電圧の位相角を進み側に变化させて交流制御電圧の新たな位相角を決定する位相角決定手段と、位相角決定手段により決定された位相角を有する交流制御電圧を電機子コイルに印加するようにインバータを制御するインバータ制御手段と、交流制御電圧の位相角の正規の位相角変化範囲の進み側限界値及び遅れ側限界値と磁石回転子の回転速度との関係を与える制限データマップを記憶した制限データマップ記憶手段と、磁石発電機の回転速度を検出する回転速度検出手段と、回転速度検出手段により検出された回転速度に対して制限データマップを検索して検出された回転速度における位相角の進み側限界値及び遅れ側限界値を求める制限データマップ検索手段とが設けられる。この場合位相角決定手段は、交流制御電圧の位相角が進み側限界値と遅れ側限界値との間にあるときにのみ交流制御電圧の新たな位相角を決定するように構成される。

【0027】

上記正規の位相角変化範囲は、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して遅れ側に变化させたときに磁石発電機の出力が増加し、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して進み側に变化させたときには磁石発電機の出力が減少する関係が交流制御電圧の位相角の変化方向と磁石発電機の出力の変化方向との間に成立する交流制御電圧の位相角の変化範囲である。

【発明の効果】**【0028】**

以上のように、本発明によれば、現在の制御特性が正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定する手段を設けて、その判定結果と、磁石発電機の出力と目標値との大小関係とに応じて、交流制御電圧の位相角を進み側または遅れ側に变化させることにより交流制御電圧の位相角を決定するようにしたので、磁石発電機の出力を目標値に向けて増加させる制御を行なっている過程で制御特性が正規の制御特性から相反的な制御特性に切り替わったときに交流制御電圧の位相角が遅れ側に变化し続けて正常な制御に復帰することができなくなったり、磁石発電機の出力を目標値に向けて減少させる制御を行なっている過程で制御特性が正規の制御特性から相反的な制御特性に切り替わったときに交流制御電圧の位相角が進み側に变化し続けて正常な制御に復帰することができなくなるといった異常な状態が生じるのを防いで、磁石発電機の出力の制御を常に的確に行なわせることができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0029】**

以下図面を参照して本発明の実施形態を説明する。図1は、固定子に3相の電機子コイ

ルを有する磁石発電機を用いる場合に本発明を適用した実施形態の全体的な構成を示したもので、同図において1は内燃機関により駆動される磁石発電機、2はバッテリー、3は磁石発電機1とバッテリー2との間に設けられたAC/DC相互変換回路、4はマイクロプロセッサを備えて、AC/DC相互変換回路3に設けられるインバータを制御するコントローラ、5は磁石発電機1の磁石回転子の回転角度位置が予め定めた位置に一致したときにパルスが発生する信号発生装置である。

【0030】

更に詳細に説明すると、図1において、10は鉄などの強磁性材料によりほぼカップ状を呈するように構成された回転子ヨークで、この回転子ヨークは、その底壁部の中央部に取り付けられたボス部が内燃機関（図1には図示せず。）のクランク軸に嵌着されて機関に取り付けられている。

【0031】

磁石発電機においては、回転子ヨーク10の周壁部10aの内周に永久磁石が取り付けられて2n極（nは1以上の整数）の磁石界磁が構成される。本実施形態では、180°間隔で配置された2個の円弧状の永久磁石M1及びM2が、回転子ヨーク10の周壁部10aの内周に接着等により取り付けられて、これらの永久磁石が着磁方向を異にして径方向に着磁されることにより、回転子ヨークの内周に2極の磁石界磁が構成されている。回転子ヨーク10と永久磁石M1及びM2とにより磁石発電機の磁石回転子1Aが構成されている。この例では、磁石回転子1Aが、内燃機関の正回転時に図1において時計方向に回転させられるものとする。

【0032】

磁石回転子1Aの内側には、固定子1Bが配置されている。固定子1Bは、環状に形成された継鉄部Yの外周部から3個の突極部P1ないしP3を放射状に突出させた構造を有する星形環状の電機子鉄心15と、電機子鉄心の突極部P1ないしP3にそれぞれ巻回された3相の電機子コイルLuないしLwとからなっている。図示の例では、突極部P1ないしP3にそれぞれ巻回された3相の電機子コイルLuないしLwが星形結線されて、これらの電機子コイルの中性点と反対側の端末部から3相の出力端子1u、1v及び1wが引き出されている。

【0033】

固定子1Bは、内燃機関のケースの一部に形成された固定子取付け部に固定され、電機子鉄心15の突極部P1ないしP3のそれぞれの先端に形成された磁極部が磁石回転子1Aの磁石界磁の磁極に所定のギャップを介して対向させられる。

【0034】

回転子ヨーク10の周壁部10aの外周には、該周壁部の周方向に延びる円弧状の突起からなる1つのリラクタ17が形成され、このリラクタ17と回転子ヨーク10とにより信号発生用ロータ5Aが構成されている。またロータ5Aの側方に、リラクタ17のエッジを検出したときにパルスが発生するパルサ5Bが配置され、信号発生用ロータ5Aとパルサ5Bとにより、信号発生装置5が構成されている。

【0035】

パルサ5Bは、機関のケース等に固定されていて、磁石回転子の回転角度位置（機関のクランク軸の回転角度位置）が予め設定された第1の位置に一致したときにリラクタ17の回転方向の前端側エッジを検出してしきい値以上の第1のパルスが発生し、回転角度位置が機関の低速時の点火位置として用いられる第2の位置に一致したときに、リラクタ17の回転方向の後端側エッジを検出して第1のパルスと極性が異なるしきい値以上の第2のパルスが発生する。

【0036】

通常、パルサ5Bが第1のパルスが発生する位置は、機関の点火位置（機関の点火が行われるときのクランク軸の回転角度位置）の最大進角位置よりも進んだ位置に設定され、第2の位置は、機関の始動時の点火位置として適した位置（ピストンが上死点に達したときのクランク角位置に近い位置）に設定される。パルサ5Bが発生するパルスは、機関の

点火時期や燃料噴射時期を制御する際に、機関の回転速度情報や回転角度情報を得るために用いられる外、後記する交流制御電圧を発生させる際に該交流制御電圧の基準位相を検出するために用いられる。なお本実施形態では、磁石発電機 1 を駆動する内燃機関が単気筒であるとしている。

【0037】

AC/DC 相互変換回路 3 は、ダイオード D_u , D_v , D_w , D_x , D_y 及び D_z をブリッジ接続して構成したダイオードブリッジ全波整流回路からなる AC/DC コンバータと、MOSFET からなるスイッチ素子 Q_u , Q_v , Q_w , Q_x , Q_y 及び Q_z をブリッジ接続して構成したブリッジ形スイッチ回路からなるインバータと、このインバータの直流側端子の両端に接続されたコンデンサ C_a とからなっている。

【0038】

図示の例では、インバータを構成するスイッチ素子 Q_u , Q_v , Q_w , Q_x , Q_y 及び Q_z がそれぞれ整流回路を構成するダイオード D_u , D_v , D_w , D_x , D_y 及び D_z に逆並列接続されていて、コンバータ及びインバータの 3 相の交流側端子につながる交流側外部端子 3_u , 3_v 及び 3_w がそれぞれ磁石発電機 1 の 3 相の出力端子 1_u , 1_v 及び 1_w に接続され、コンバータ及びインバータの直流側端子につながる正極側及び負極側の直流側外部端子 3_a 及び 3_b がバッテリー 2 の正極端子及び負極端子にそれぞれ接続されている。

【0039】

ダイオード D_u , D_v , D_w , D_x , D_y 及び D_z により構成された全波整流回路からなる AC/DC コンバータは、電機子コイル L_u ないし L_w に誘起する 3 相交流電圧を整流してバッテリー 2 に充電電流を供給する。

【0040】

スイッチ素子 Q_u , Q_v , Q_w , Q_x , Q_y 及び Q_z のブリッジ回路からなるインバータは、磁石発電機の出力を調整する必要があるときにバッテリー（電圧蓄積手段）2 の電圧を交流電圧に変換して、該交流電圧を交流制御電圧として電機子コイル L_u ないし L_w に印加する。

【0041】

信号発生装置 5 のパルサ 5 B が発生するパルス信号は、波形整形回路 18 によりマイクロプロセッサが認識し得る信号に変換されて、コントローラ 4 内のマイクロプロセッサに入力されている。

【0042】

またこの例では、バッテリー 2 の充電電流（磁石発電機の出力電流）を磁石発電機の出力として該磁石発電機の出力を目標値に保つように制御するため、充電電流を検出するセンサ（変流器） CT_i の出力が電流検出回路 19 を通してコントローラ 4 に入力されている。

【0043】

なお本発明において制御の対象とする磁石発電機の出力は、磁石発電機から得られる電気量であればよく、負荷に供給される電流に限定されるものではない。例えば、電機子コイルを流れる電流を磁石発電機の出力として該磁石発電機の出力を目標値に保つように制御するようにしてもよい。この場合、少なくとも 1 相（図示の例では W 相）の電機子コイルを流れる電流を検出するセンサ CT_w 設けて、このセンサの出力を電流検出回路 19 を通してコントローラ 4 に入力する。

【0044】

また負荷に印加される電圧を磁石発電機の出力として目標値に保つように制御するようにしてもよい。この場合には、バッテリー 2 の両端の電圧を検出する電圧検出回路 20 を設けて、この電圧検出回路の出力をコントローラ 4 に入力する。

【0045】

コントローラ 4 のマイクロプロセッサは、ROM に記憶されたプログラムを実行することにより、パルサ 5 B が出力するパルスが有する回転角度位置情報及び回転速度情報を用

いて、図示しない点火装置や燃料噴射装置を制御する手段を構成するとともに、磁石界磁の回転角度位置情報と、電流検出回路 1 9 から与えられる磁石発電機の出力情報または電圧検出回路 2 0 から得られる磁石発電機の出力情報とを用いて、磁石発電機の出力を目標値に保つために必要な位相角を有する交流制御電圧を電機子コイルに印加するように A C / D C 相互変換回路 3 のインバータを制御するための手段を構成する。

【0046】

本発明においては、磁石発電機の出力が目標値からずれたときに、負荷側に設けた電圧蓄積手段（本実施形態ではバッテリー 2）から A C / D C 相互変換回路 3 のインバータを通して磁石発電機の電機子コイル L_u ないし L_w に交流制御電圧を供給して、磁石発電機の出力と目標値との偏差に応じて該交流制御電圧の位相角を制御することにより発電機の出力をドライブ制御する。

【0047】

従来のドライブ制御では、磁石発電機の出力が目標値よりも小さいときに交流制御電圧の位相角を遅れ側に変化させる制御のみを行い、磁石発電機の出力が目標値よりも大きいときに交流制御電圧の位相角を進み側に変化させる制御のみを行うようにしていたが、このような単純な制御を行った場合には、発電機の出力と目標値との間の偏差が大きくなったときに発電機の出力を制御することができなくなることがある。

【0048】

図 1 0 は、磁石発電機の出力を整流することにより得た直流出力でバッテリーを充電するようにした発電装置について、充電電流（発電機の出力）と発電機の回転速度との間の関係の一例を、制御角（電機子コイルの無負荷誘起電圧の位相に対する交流制御電圧の位相角） γ をパラメータにとって示したグラフであり、この例では、交流制御電圧を電機子コイルの無負荷誘起電圧に対して遅らせている。図 1 0 に示した例では、回転速度が $N 1$ 以下の領域で、制御角 γ の変化の方向と充電電流（発電機の出力）の変化の方向との関係が逆転する現象が生じている。同図から明らかなように、制御角の遅れ側への変化に伴って発電機の出力が増加する関係が制御角と発電機の出力との間に成立する制御角の変化範囲は、回転速度が低くなればなるほど狭くなる。

【0049】

また図 1 1 は、磁石発電機の整流出力でバッテリーを充電する場合に流れるバッテリーの充電電流と制御角との間の関係の一例を、回転速度をパラメータにとって示したグラフである。同図において a は、制御角の変化の方向と発電機の出力の変化の方向との間の関係が互いに逆になる 2 つの領域の境界を与える境界線で、各回転速度において充電電流が最大になる点を結んだ線である。

【0050】

図 1 1 において、境界線 a の右側の領域では、制御角を進み側に変化させたときに発電機の出力が減少し、制御角を遅れ側に変化させたときに発電機の出力が増大する。また境界線 a の左側の領域では、逆に、制御角を進み側に変化させたときに発電機の出力が増加し、制御角を遅れ側に変化させたときに発電機の出力が減少する。

【0051】

上記のように、ドライブ制御により磁石発電機の出力を制御する場合には、制御角を遅れ側に変化させて発電機の出力を目標値に向けて増加させていく過程で、制御角の変化の方向と発電機の出力の変化の方向との関係が逆転して、制御角の遅れ側への変化に伴って発電機の出力が減少するようになることがある。このような状態になると制御角の遅れ側への変化に伴って発電機の出力が減少してしまうため、発電機の出力が目標値よりも小さくなったときに交流制御電圧の位相角を遅れ側に変化させる制御のみを行うと、いつまでも制御角が遅れ側に変化し続けることになり、正常な制御に復帰させることができなくなってしまう。

【0052】

同様に、制御角を進み側に変化させて発電機の出力を抑制するように制御する際にも、制御角の変化の方向と発電機の出力の変化の方向との間の関係が逆転する現象が生じるた

め、制御角を進ませ過ぎると、発電機の出力が増加してしまい、いつまでも制御角が進み側に变化し続ける状態が生じて、正常な制御に復帰させることができなくなるという問題が生じる。

【0053】

そこで、本発明においては、ドライブ制御により発電機の出力の調整を行なう場合に、図11の境界線aの右側の領域のように、制御角を進ませたとき（交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側に变化させたとき）に発電機の出力が減少し、制御角を遅れ側に变化させたとき（交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させたとき）に発電機の出力が増大する制御特性を正規の制御特性とし、図11の境界線aの左側の領域のように、制御角を進み側に变化させたときに発電機の出力が増加し、制御角を遅れ側に变化させたときに発電機の出力が減少する制御特性を相反的な制御特性として、現在の制御特性がこれらのうちのいずれの特性であるかを判定し、発電機の出力と目標値との大小関係と、判定された制御特性とに応じて、交流制御電圧の位相角を適正な方向に変化させて、発電機出力を目標値に保つ制御を行わせる。

【0054】

即ち、現在の制御特性が正規の制御特性であると判定され、かつ磁石発電機の出力が目標値よりも低いときには、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させ、現在の制御特性が正規の制御特性であると判定され、かつ磁石発電機の出力が目標値よりも高いときには交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側に变化させる。また制御特性が相反的な制御特性であると判定され、かつ磁石発電機の出力が目標値よりも低いときには交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側に变化させ、制御特性が相反的な制御特性であると判定され、かつ磁石発電機の出力が目標値よりも高いときには交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させる。

【0055】

このように制御すれば、磁石発電機の出力を目標値に向けて増加させる制御を行なっている過程で制御特性が正規の制御特性から相反的な制御特性に切り替わったときに交流制御電圧の位相角が遅れ側に变化し続けて正常な制御に復帰することができなくなったり、磁石発電機の出力を目標値に向けて減少させる制御を行なっている過程で制御特性が正規の制御特性から相反的な制御特性に切り替わったときに交流制御電圧の位相角が進み側に变化し続けて正常な制御に復帰することができなくなるといった異常な状態が生じるのを防いで、交流制御電圧の制御角による磁石発電機の出力の制御を常に的確に行なわせることができる。

【0056】

図2は、図1の発電装置においてAC/DC相互変換回路3のインバータを制御するために設けられた制御部の構成を示したもので、同図において、30はスイッチ素子Q_u、Q_v、Q_w、Q_x、Q_y及びQ_zのブリッジ回路により構成されたインバータ、31は電流検出回路19または電圧検出回路20からなる発電機出力検出回路、32は制御特性判定手段、33は位相角決定手段、34はインバータ制御手段、35は制御電圧零点検出手段である。

【0057】

制御特性判定手段32は、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して遅れ側に变化させたときに磁石発電機の出力が増加し、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して進み側に变化させたときに磁石発電機の出力が減少する制御特性を正規の制御特性とし、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させたときに磁石発電機の出力が減少し、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に進み側に变化させたときに磁石発電機の出力が増加する制御特性を相反的な制御特性として、磁石発電機の出力の交流制御電圧の位相角に対する現在の制御特性が正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定する手段である。

【0058】

また位相角決定手段 33 は、制御特性判定手段 32 による判定の結果に応じて磁石発電機の出力を目標値に近づける方向に交流制御電圧の位相角を変化させて交流制御電圧の新たな位相角を決定する手段であり、インバータ制御手段 34 は、位相角決定手段 33 により決定された位相角を有する交流制御電圧を電機子コイル L_u ないし L_w に印加するようにインバータ 30 を制御する手段である。

【0059】

また制御電圧零点検出手段 35 は、位相角決定手段 33 により決定された位相角を有する交流制御電圧の各零点を目標零点として、信号発生装置 5 が特定のパルスが発生するタイミングを基準にして各目標零点を検出する手段である。

【0060】

インバータ制御手段 34 は、制御電圧零点検出手段により検出された各目標零点に各零点が一致する交流電圧を電圧蓄積手段（本実施形態ではコンデンサ C_a 及びバッテリー 2）から電機子コイルに印加するべくインバータを制御するように構成される。

【0061】

図 2 に示した各手段のうち、制御特性判定手段 32、位相角決定手段 33、インバータ制御手段及び制御電圧零点検出手段 35 は、マイクロプロセッサに所定のプログラムを実行させることにより構成する。

【0062】

制御特性判定手段 32 及び位相角決定手段 33 を構成するために、コントローラ 4 のマイクロプロセッサに実行させるプログラムのアルゴリズムを示すフローチャートを図 3 に示した。図 3 に示したルーチンは、マイクロプロセッサが電流検出回路 19 の出力をサンプリングする毎に実行される。

【0063】

図 3 に示したアルゴリズムに従う場合には、先ずステップ 1 において電流検出回路 19 が検出している充電電流値を読み込み、ステップ 2 において読み込んだ電流値が目標値よりも小さいか否かを判定する。その結果電流値が目標値よりも小さいと判定された場合には、ステップ 3 に進んで、前回のこのルーチンの実行時に交流制御電圧の位相角を進み側に変化（進角）させたか否かを判定する。その結果前回は進み側に変化させていないと判定されたときには、ステップ 4 に進んで、今回読み込んだ電流値が前回よりも上昇しているか否かを判定する。その結果、今回読み込んだ電流値が前回よりも上昇していると判定されたときには現在の制御特性が正規の制御特性であるとしてステップ 5 に進み、交流制御電圧の位相角を前回よりも予め定めた量だけ遅れ側に変化（遅角）させる。次いでステップ 6 に移行して今回交流制御電圧の位相角を遅れ側に変化させたことを記憶させ、ステップ 7 で現在の電流値を記憶させてこのルーチンを終了する。

【0064】

ステップ 3 で前回は位相角を進み側に変化させていないと判定された後、ステップ 4 で今回読み込んだ電流値が前回読み込んだ電流値よりも上昇していないと判定されたとき（位相角を進み側に変化させていないにも拘わらず電流値が減少したと判定されたとき）には、現在の制御特性が相反的な制御特性にあると判定してステップ 8 で交流制御電圧の位相角を一定の角度だけ進み側に変化させる。次いでステップ 6 に移行して今回交流制御電圧の位相角を進み側に変化させたことを記憶させ、ステップ 7 で現在の電流値を記憶させてこのルーチンを終了する。

【0065】

ステップ 2 において、今回読み込んだ電流値が目標値よりも小さいと判定された後、ステップ 3 で前回位相角を進ませていると判定された場合には、ステップ 9 に進んで今回読み込んだ電流値が前回よりも上昇したか否かを判定する。その結果、今回読み込んだ電流値が前回よりも上昇していると判定されたときには現在の制御特性が未だ相反的な制御特性にあるとしてステップ 10 に進み、交流制御電圧の位相角を進み側に変化させる。その後ステップ 6 に移行して今回交流制御電圧の位相角を進み側に変化させたことを記憶させ、ステップ 7 で現在の電流値を記憶させてこのルーチンを終了する。

【 0 0 6 6 】

ステップ 9 で今回読み込んだ電流値が前回よりも上昇していないと判定されたときには現在の制御特性が正規の制御特性にあるとしてステップ 1 1 に進み、交流制御電圧の位相角を予め定めた量だけ遅れ側に变化させる。その後ステップ 6 に移行して今回交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させたことを記憶させ、ステップ 7 で現在の電流値を記憶させてこのルーチンを終了する。

【 0 0 6 7 】

ステップ 2 で、今回読み込まれた電流値が目標値よりも小さくないと判定されたときには、ステップ 1 2 に進んでその電流値が目標値よりも大きいと判定するか否かを判定する。その結果今回読み込んだ電流値が目標値よりも大きくない（目標値に等しい）と判定されたときには、以後何もしないでこのルーチンを終了する。

【 0 0 6 8 】

ステップ 2 で、今回読み込まれた電流値が目標値よりも小さくないと判定された後、ステップ 1 2 で今回読み込まれた電流値が目標値よりも大きいと判定されたときには、ステップ 1 3 でこのルーチンを前回実行した際に交流制御電圧の位相角を進み側に变化させたか否かを判定する。その結果前回位相角を進み側に变化させたと判定されたときには、ステップ 1 4 で今回読み込んだ電流値が前回読み込んだ電流値よりも上昇しているか否かを判定し、上昇していない場合には、現在の制御特性が正規の制御特性であるとしてステップ 1 5 で交流制御電圧の位相角を予め定めた量だけ進み側に变化させる。その後ステップ 6 に移行して今回交流制御電圧の位相角を進み側に变化させたことを記憶させ、ステップ 7 で現在の電流値を記憶させてこのルーチンを終了する。

【 0 0 6 9 】

ステップ 2 で、今回読み込まれた電流値が目標値よりも小さくないと判定され、ステップ 1 2 で今回読み込まれた電流値が目標値よりも大きいと判定され、ステップ 1 3 で前回交流制御電圧の位相角を進み側に变化させたと判定された後、ステップ 1 4 で今回読み込んだ電流値が前回よりも上昇していると判定された場合には、現在の制御特性が相反的な制御特性であるとしてステップ 1 6 で交流制御電圧の位相角を予め定めた量だけ遅れ側に变化させる。その後ステップ 6 に移行して今回交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させたことを記憶させ、ステップ 7 で現在の電流値を記憶させてこのルーチンを終了する。

【 0 0 7 0 】

ステップ 2 で、今回読み込まれた電流値が目標値よりも小さくないと判定され、ステップ 1 2 で今回読み込まれた電流値が目標値よりも大きいと判定され、ステップ 1 3 で前回交流制御電圧の位相角を進み側に变化させていないと判定された場合には、ステップ 1 7 に進んで今回読み込んだ電流値が前回読み込んだ電流値よりも上昇しているか否かを判定する。その結果今回読み込んだ電流値が前回読み込んだ電流値よりも上昇していると判定されたときには、現在の制御特性が正規の制御特性であるとしてステップ 1 8 に進み、交流制御電圧の位相角を予め定めた量だけ進み側に变化させる。その後ステップ 6 に移行して今回交流制御電圧の位相角を進み側に变化させたことを記憶させ、ステップ 7 で現在の電流値を記憶させてこのルーチンを終了する。

【 0 0 7 1 】

ステップ 2 で、今回読み込まれた電流値が目標値よりも小さくないと判定され、ステップ 1 2 で今回読み込まれた電流値が目標値よりも大きいと判定され、ステップ 1 3 で前回交流制御電圧の位相角を進み側に变化させていないと判定され、更にステップ 1 7 で今回読み込んだ電流値が前回読み込んだ電流値よりも上昇していないと判定されたときには、現在の制御特性が相反的な制御特性であるとしてステップ 1 9 に進み、交流制御電圧の位相角を予め定めた量だけ遅れ側に变化させる。その後ステップ 6 に移行して今回交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させたことを記憶させ、ステップ 7 で現在の電流値を記憶させてこのルーチンを終了する。

【 0 0 7 2 】

図 2 に示したルーチンにより制御電圧位相角制御手段を実現する場合には、ステップ 2

、3、4、9、12、13、14及び17により、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させたとき及び進み側に变化させたときにそれぞれ磁石発電機の出力が増加及び減少する制御特性を正規の制御特性とし、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して相対的に遅れ側に变化させたとき及び進み側に变化させたときにそれぞれ磁石発電機の出力が減少及び増加する制御特性を相反的な制御特性として、現在の制御特性が正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定する制御特性判定手段が構成される。

【0073】

またステップ5、8、10、11、15、16、18及び19により、制御特性判定手段による判定の結果に応じて磁石発電機の出力を目標値に近づける方向に交流制御電圧の位相角を変化させて交流制御電圧の新たな位相角を決定する位相角決定手段が構成される。

【0074】

図2に示した手段のうち、制御電圧零点検出手段35は、信号発生装置5が特定のパルスが発生するタイミングを計測開始タイミングとして、所定の位相角に相当する時間をタイマで計測することにより、交流制御電圧の各零点を検出するように構成される。

【0075】

ここで、一例として、電機子コイルの無負荷誘起電圧が負の半波から正の半波に移行する際の零点を交流制御電圧の基準位相とし、この基準位相に対して α だけ進んだ位置でパルス5Bがリラクタ17の回転方向の前端側エッジを検出して第1のパルスが発生するようにパルス5Bの取付け位置が設定されているものとする。

【0076】

この場合には、信号発生装置5が第1のパルスが発生するタイミングを、基準位相に対して α だけ進んだ位相角を有する交流制御電圧の特定の零点として検出することができ、該特定の零点から $\pi/2$ だけ遅れたタイミングをタイマで計測することにより、該交流制御電圧の他の零点を検出することができる。

【0077】

また信号発生装置5が第1のパルスが発生したときにタイマに進み角 α に相当する時間の計測を開始させて、該タイマがその時間の計測を終了したときのタイミングを検出することにより、制御角が0の交流制御電圧（電機子コイルの無負荷誘起電圧）の特定の零点を検出することができ、該特定の零点から $\pi/2$ だけ遅れたタイミングをタイマで計測することにより、該交流制御電圧の他の零点を検出することができる。

【0078】

更に信号発生装置5が第1のパルスが発生したときにタイマに、角度 $\alpha + \gamma$ に相当する時間の計測を開始させて、該タイマがその時間の計測を終了したときのタイミングを検出することにより、電機子コイルの無負荷誘起電圧よりも角度 γ だけ位相が遅れた（制御角が γ の）交流制御電圧の特定の零点を検出することができ、該特定の零点から $\pi/2$ だけ遅れたタイミングをタイマで計測することにより、該交流制御電圧の他の零点を検出することができる。

【0079】

インバータ制御手段34は、制御電圧零点検出手段により検出された各相の交流制御電圧の各零点でオン状態にするインバータのスイッチ素子の組合せを切り換えると共に、インバータから所定の波形の交流制御電圧を発生させるように、オン期間にあるスイッチ素子を所定のデューティ比でオンオフさせることにより、位相角決定手段により決定された位相角を有する交流制御電圧をインバータから発生させる。直流電圧を所定の波形と位相角とを有する交流電圧に変換するようにインバータを制御する手法はすでに公知であるので、その詳細な説明は省略する。

【0080】

上記の実施形態では、充電電流を磁石発電機の出力として目標値に保つように制御しているが、電圧検出回路20により検出したバッテリーの両端の電圧を磁石発電機の出力とし

て、該磁石発電機の出力を目標値に保つように制御する場合にも、上記と同じアルゴリズムのプログラムを実行させることにより制御電圧位相角制御手段を実現することができる。バッテリーの両端の電圧を磁石発電機の出力として目標値に保つように制御する場合に、マイクロプロセッサが電圧検出回路 20 の出力をサンプリングする毎に実行するルーチンのアルゴリズムを示すフローチャートを図 4 に示した。図 4 に示したフローチャートは、図 3 に示したフローチャートにおいて電流を電圧で置き換えたものであり、図 4 に示したルーチンで行なわれる一連の処理は、制御の対象が電流から電圧に変わった点を除き、図 3 のルーチンにおける処理内容と同一であるので、その説明は省略する。

【0081】

図 3 及び図 4 に示した例では、制御特性判定手段と位相角決定手段とを同じルーチンにより構成しているが、制御特性判定手段と位相角決定手段とを別のルーチンにより構成するようにしてもよい。

【0082】

制御特性判定手段と位相角決定手段とを別のルーチンにより構成する場合、制御特性判定手段を実現するルーチンのアルゴリズムを示すフローチャートを図 5 に示し、位相角決定手段を実現するルーチンのアルゴリズムを図 6 に示した。この例では、バッテリー 2 の両端の電圧を磁石発電機の出力として、該磁石発電機の出力を目標値に保つように制御する。

【0083】

図 5 に示したルーチンは、マイクロプロセッサが電圧検出回路 20 の出力をサンプリングする毎に実行され、図 6 に示したルーチンは、図 5 に示すルーチンが終了した後、引き続き実行される。

【0084】

図 5 に示したルーチンでは、ステップ 1 において前回このルーチンを実行した際に記憶された電圧値を読み込み、次いでステップ 2 で現在の電圧値を読み込む。その後ステップ 3 で、交流制御電圧の位相角を進み側に变化させる操作が連続して設定された回数（k 回）行なわれたか否かを判定する。その結果、位相角を進み側に变化させる操作が連続して設定された回数行なわれたと判定された場合には、ステップ 4 で今回読み込んだ電圧値が前回記憶した電圧値よりも減少したか否かを判定する。その結果電圧値が減少していると判定されたときには、現在の制御特性が正規の制御特性であるとしてステップ 5 で制御特性判定用のフラグを 0 とし、次いでステップ 6 で現在の電圧値を記憶してこのルーチンを終了する。

【0085】

ステップ 4 で電圧値が減少していないと判定されたときには、現在の制御特性が相反的な制御特性であるとしてステップ 7 に進んでフラグを 1 とした後ステップ 6 を行なう。

【0086】

ステップ 3 において、交流制御電圧の位相角を進み側に变化させる操作が設定された回数連続して行なわれていないと判定されたときには、ステップ 8 において、交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させる操作が設定された回数連続して行なわれたか否かを判定する。その結果、交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させる操作が設定された回数連続して行なわれていないと判定されたときには、何もしないでこのルーチンを終了する。

【0087】

ステップ 8 において、交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させる操作が設定された回数連続して行なわれたと判定されたときには、ステップ 9 に進んで今回読み込んだ電圧値が前回記憶された電圧値よりも上昇しているか否かを判定する。その結果、電圧値が上昇していると判定されたときには、現在の制御特性が正規の制御特性であるとしてステップ 10 に進んでフラグを 0 とし、ステップ 6 で現在の電圧値を記憶してこのルーチンを終了する。ステップ 9 で今回読み込んだ電圧値が前回記憶された電圧値よりも上昇していないと判定されたときには、現在の制御特性が相反的な制御特性であるとしてステップ 11 に進んでフラグを 1 とし、ステップ 6 で現在の電圧値を記憶してこのルーチンを終了する。

【0088】

図6に示したルーチンでは、ステップ1で現在の電圧値を読み込み、ステップ2で、今回読み込んだ電圧値が目標値よりも小さいか否かを判定する。その結果、読み込んだ電圧値が目標値よりも小さいと判定されたときには、ステップ3に進んでフラグが0であるかを判定し、フラグが0である場合（現在の制御特性が正規の制御特性である場合）には、ステップ4に進んで交流制御電圧の位相角を予め定めた一定の角度だけ遅れ側に变化させる。その後ステップ5で今回交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させたことを記憶させるとともに、位相角を遅れ側に变化させる操作が行なわれた回数を計数する計数手段の計数値を1だけインクリメントし、位相角を進み側に变化させる操作が行なわれたことを計数する計数手段の計数値をクリアする。ステップ5を行なった後このルーチンを終了する。

【0089】

ステップ3でフラグが1であると判定された場合（現在の制御特性が相反的な制御特性であると判定された場合）には、ステップ6で交流制御電圧の位相角を予め定めた一定の角度だけ進み側に变化させ、次いでステップ5で交流制御電圧の位相角を進み側に变化させたことを記憶させるとともに、位相角を進み側に变化させる操作が行なわれた回数を計数する計数手段の計数値を1だけインクリメントし、位相角を遅れ側に变化させる操作が行なわれたことを計数する計数手段の計数値をクリアする。

【0090】

ステップ2で今回読み込んだ電圧値が目標値よりも小さいか否かを判定した結果、電圧値が目標値よりも小さくないと判定されたときには、ステップ7に進んで電圧値が目標値よりも大きいと否かを判定する。その結果電圧値が目標値よりも大きくない（目標値に等しい）と判定されたときには、何もしないでこのルーチンを終了する。ステップ7で電圧値が目標値よりも大きいと判定されたときには、ステップ8に進んでフラグが0であるかを判定し、フラグが0である場合（現在の制御特性が正規の制御特性である場合）には、ステップ9で交流制御電圧の位相角を予め定めた角度だけ進み側に变化させる。次いでステップ5で交流制御電圧の位相角を進み側に变化させたことを記憶させるとともに、位相角を進み側に变化させる操作が行なわれた回数を計数する計数手段の計数値を1だけインクリメントし、位相角を遅れ側に变化させる操作が行なわれたことを計数する計数手段の計数値をクリアする。

【0091】

ステップ8でフラグが0でないと判定された場合（現在の制御特性が相反的な制御特性である場合）には、ステップ10に進んで交流制御電圧の位相角を予め定めた一定の角度だけ遅れ側に变化させる。その後ステップ5に進んで今回交流制御電圧の位相角を遅れ側に变化させたことを記憶させるとともに、位相角を遅れ側に变化させる操作が行なわれた回数を計数する計数手段の計数値を1だけインクリメントし、位相角を進み側に变化させる操作が行なわれたことを計数する計数手段の計数値をクリアする。

【0092】

上記のように構成した場合には、交流制御電圧の位相角を進み側に变化させる操作、または該位相角を遅れ側に变化させる操作が連続して設定された回数kだけ行なわれたときにのみ、磁石発電機の出力と目標値との大小関係が判定されて、その判定結果に応じて交流制御電圧の位相角が変化させられる。

【0093】

磁石発電機の出力と目標値との大小関係の判定を毎行なわせてその判定結果に応じて交流制御電圧の位相角を变化させるようにした場合には、交流制御電圧の位相角を变化させてから実際に磁石発電機の出力に変化が現れるまでに時間がかかる場合に、制御特性が相反的な制御特性になったにも拘わらず未だ正規の制御特性であるとの誤判定がなされるおそれがある。

【0094】

これに対し、図5及び図6に示した実施形態のように、交流制御電圧の位相角を進み側

に変化させる操作、または該位相角を遅れ側に変化させる操作が連続して設定された回数 k だけ行なわれたときにのみ、磁石発電機の出力と目標値との大小関係を判定してその判定結果に応じて交流制御電圧の位相角を変化させるようにすると、設定回数 k を適当に設定しておくことにより、交流制御電圧の位相角を変化させてから実際に磁石発電機の出力に変化が現れるまでに時間がかかる場合に、磁石発電機の出力と目標値との大小関係を判定する頻度を適当に設定して、制御特性が正規の制御特性から相反的な制御特性になったか否かの判定を的確に行なわせることができる。

【0095】

上記の各実施形態では、制御角の変化の方向と、磁石発電機の出力の変化の方向とから制御特性が正規の制御特性であるのか相反的な制御特性であるのかを判定するようにしたが、予め磁石発電機の特性を調べて、磁石発電機の回転速度と制御特性との関係を与えるデータを用意しておき、このデータに基づいて制御特性が相反的な制御特性に入らないように、制御角を制御するようにすることもできる。

【0096】

このような構成をとる場合には、図7に示すように、磁石発電機1の出力が目標値よりも小さいときに交流制御電圧の位相角を遅れ側に変化させ、磁石発電機1の出力が目標値よりも大きいときに交流制御電圧の位相角を進み側に変化させて交流制御電圧の新たな位相角を決定する位相角決定手段33と、位相角決定手段33により決定された位相角を有する交流制御電圧を電機子コイルに印加するようにインバータ30を制御するインバータ制御手段34と、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して遅れ側に変化させたときに磁石発電機の出力が増加し、交流制御電圧の位相角を現在の位相角に対して進み側に変化させたときには磁石発電機の出力が減少する関係が交流制御電圧の位相角の変化方向と磁石発電機の出力の変化方向との間に成立する交流制御電圧の位相角の変化範囲を正規の位相角変化範囲として、該正規の位相角変化範囲の進み側限界値及び遅れ側限界値と磁石回転子の回転速度との関係を与える制限データマップを記憶した制限データマップ記憶手段36と、磁石発電機の回転速度を検出する回転速度検出手段37と、回転速度検出手段により検出された回転速度に対して制限データマップを検索して検出された回転速度における位相角の進み側限界値及び遅れ側限界値を求める制限データマップ検索手段38とをコントローラ4に設ける。この場合、位相角決定手段33は、交流制御電圧の位相角が進み側限界値と遅れ側限界値との間にあるときにのみ交流制御電圧の新たな位相角を決定するように構成する。

【0097】

回転速度検出手段37は、例えば、信号発生装置5が特定のパルスを発生する間隔（磁石回転子が1回転するのに要する時間）から発電機の回転速度を検出するように構成される。

【0098】

このように構成する場合、例えば図8に示したような、位相角と回転速度との間の関係を与える制限データマップを制限データマップ記憶手段36に記憶させておく。図8においてa及びbはそれぞれ交流制御電圧の遅れ側の限界値を与える曲線及び進み側の限界値を与える曲線であり、曲線aと曲線bとの間の領域が正規の制御特性が得られる領域となる。

【0099】

またこの場合には、磁石発電機の出力をサンプリングする毎にコントローラ4のマイクロプロセッサに図9に示すルーチンを実行させることにより位相角決定手段を構成する。図9のルーチンでは、バッテリーの充電電流を磁石発電機の出力として制御することを想定している。

【0100】

図9のルーチンが開始されると、まずステップ1で電流検出回路19が検出している充電電流の電流値を読み込む。次いでステップ2で今回読み込んだ電流値が目標値よりも小さいか否かを判定し、目標値よりも小さい場合には、ステップ3に移行して別のルーチン

で求められて R A M に記憶されている磁石発電機の回転速度の情報を読み込む。

【 0 1 0 1 】

なお磁石発電機の回転速度は、例えばパルサ 5 B が第 1 のパルスが発生する間隔をタイマにより計測することにより得た時間（磁石発電機の磁石回転子が 1 回転するのに要する時間）から演算により求めることができる。また磁石回転子が 1 回転するのに要する時間そのものを回転速度の情報を含む量として用いることもできる。磁石発電機の回転速度を求める過程は、パルサ 5 B が第 1 のパルスが発生する毎に実行されるルーチンで行なって、求められた回転速度の情報を含むデータを R A M に記憶させておく。

【 0 1 0 2 】

ステップ 3 で回転速度の情報を読み込んだ後、ステップ 4 で読み込んだ回転速度に対して制限データマップを検索し、その検索結果（進み側限界値及び遅れ側限界値）を読み込む。次いでステップ 5 で交流制御電圧の位相角が進み側限界値と遅れ側限界値との間にあるか否かを判定し、範囲内にある場合にはステップ 6 に進んで交流制御電圧の位相角を予め定めた量だけ遅れ側に变化させてこのルーチンを終了する。ステップ 5 で交流制御電圧の位相角が進み側限界値と遅れ側限界値との間にないと判定されたときには、交流制御電圧の位相角を变化させることなくこのルーチンを終了する。

【 0 1 0 3 】

ステップ 2 において今回読み込んだ電流値が目標値よりも小さくないと判定されたときには、ステップ 7 に進んで、読み込んだ電流値が目標値よりも大きいか否かを判定する。その結果電流値が目標値よりも大きくない（目標値に等しい）と判定されたときには、交流制御電圧の位相角を变化させることなくこのルーチンを終了する。

【 0 1 0 4 】

ステップ 7 で電流値が目標値よりも大きいと判定されたときには、ステップ 8 に進んで磁石発電機の回転速度の情報を読み込み、ステップ 9 において、読み込んだ回転速度に対して制限データマップを検索してその検索結果を読み込む。次いでステップ 1 0 において交流制御電圧の位相角が進み側限界値と遅れ側限界値との間にあるか否かを判定し、範囲内にあると判定されたときにステップ 1 1 に進んで交流制御電圧の位相角を進み側に变化させる。ステップ 1 0 で交流制御電圧の位相角が進み側限界値と遅れ側限界値との間にないと判定されたときには交流制御電圧の位相角を变化させることなくこのルーチンを終了する。

【 0 1 0 5 】

図 9 に示したアルゴリズムによる場合には、ステップ 3, 4, 8 及び 9 により、制限データマップ検索手段が構成され、ステップ 5, 6, 1 0 及び 1 1 により、位相角決定手段 3 3 が構成される。

【 0 1 0 6 】

上記の各実施形態では、交流制御電圧の位相角を变化させる際に、予め定めた一定の角度だけ位相角を遅れ側または進み側に变化させるようにしたが、磁石発電機の出力と目標値との間の偏差が大きいたときには、交流制御電圧の位相角を大きく变化させ、磁石発電機の出力が目標値に近づくに従って交流制御電圧の位相角の变化量を少なくしていくようにしてもよい。

【 0 1 0 7 】

このように構成すると、磁石発電機の出力を速やかに目標値に整定させることができるだけでなく、磁石発電機の出力が目標値に近づいた際に過度の制御が行なわれてハンチング現象が生じるのを防ぐことができる。

【 0 1 0 8 】

上記の実施形態では、バッテリー 2 を電圧蓄積手段として、該バッテリーから A C / D C 相互変換回路 3 のインバータを通して電機子コイルに交流制御電圧を印加するようにしたが、バッテリー 2 に代えて、コンデンサを電圧蓄積手段として用いることもできる。

【 0 1 0 9 】

上記の各実施形態のように、交流制御電圧の各零点を検出する際に用いる信号発生装置

として、磁石回転子の回転角度位置が予め定められた回転角度位置に一致したときに磁束の変化を生じさせる手段（上記の例ではリラクタ17）と該磁束の変化を検出してパルスを発生するコイルとを備えた磁束変化検出形の信号発生装置5を用いると、熱に弱い半導体センサを用いることなく、信号発生装置を構成することができるため、内燃機関により磁石発電機を駆動する場合に、信号発生装置5を磁石発電機と共に機関のカバー内に配置することができる。

【0110】

しかし本発明はこのような信号発生装置を用いて交流制御電圧の各零点を検出する場合に限定されるものではなく、磁石発電機の固定子側で、磁石回転子の磁極の極性を検出して、検出している磁極の極性がN極であるときとS極であるときとで異なるレベルの検出信号を出力する位置センサ（例えばホールIC）を設けて、該位置センサから得られる信号の立上がりまたは立下がりを基準にして交流制御電圧の各零点の計測を行わせるようにしてもよい。また磁石回転子の所定の回転角度位置で位置検出信号を出力するエンコーダを磁石発電機に取り付けて、このエンコーダの出力から得た磁石回転子の回転角度情報を用いて交流制御電圧の各零点を検出するようにしてもよい。

【0111】

上記の実施形態では、磁石発電機の磁石回転子が2極の磁石界磁を有するように構成され、固定子が3相の電機子コイルを有するように構成されているが、一般に2n極（nは1以上の整数）の磁石界磁を有する磁石回転子と、m相（mは2以上の整数）の電機子コイルを有する固定子とにより構成される磁石発電機が用いられる場合に本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】本発明に係わる発電装置のハードウェアの構成例を示した回路図である。

【図2】図1の発電装置の制御部の構成を概略的に示したブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態において、発電機の出力電流を目標値に保つ制御を行う場合に、制御特性判定手段及び位相角決定手段を構成するためにマイクロプロセッサに実行させるプログラムのアルゴリズムの一例を示したフローチャートである。

【図4】本発明の他の実施形態において、発電機の出力電圧を目標値に保つ制御を行う場合に、制御特性判定手段及び位相角決定手段を構成するためにマイクロプロセッサに実行させるプログラムのアルゴリズムの他の例を示したフローチャートである。

【図5】本発明の更に他の実施形態において、制御特性判定手段を構成するためにマイクロプロセッサに実行させるプログラムのアルゴリズムを示したフローチャートである。

【図6】図5に示した実施形態において、位相角決定手段を構成するためにマイクロプロセッサに実行させるプログラムのアルゴリズムを示したフローチャートである。

【図7】本発明の更に他の実施形態に係わる発電装置の制御部の構成を概略的に示したブロック図である。

【図8】図7の実施形態で用いる制限データマップの構造を説明するためのグラフである。

【図9】図8に示した構造を有する制限データマップを用いる場合に、制限データマップ検索手段及び位相角決定手段を構成するためにマイクロプロセッサに実行させるプログラムのアルゴリズムの一例を示したフローチャートである。

【図10】磁石発電機の整流出力でバッテリーを充電するように構成された発電装置において、バッテリーから磁石発電機側に交流制御電圧を印加した場合の充電電流対回転速度特性の一例を交流制御電圧の位相角の遅角量をパラメータにとって示したグラフである。

【図11】磁石発電機の整流出力でバッテリーを充電するように構成された発電装置において、バッテリーから磁石発電機側に交流制御電圧を印加した場合の充電電流対制御角特性の一例を、磁石発電機の回転速度をパラメータにとって示したグラフである。

【符号の説明】

【 0 1 1 3 】

1 磁石発電機

2 バッテリ

3 A C / D C 相互変換回路

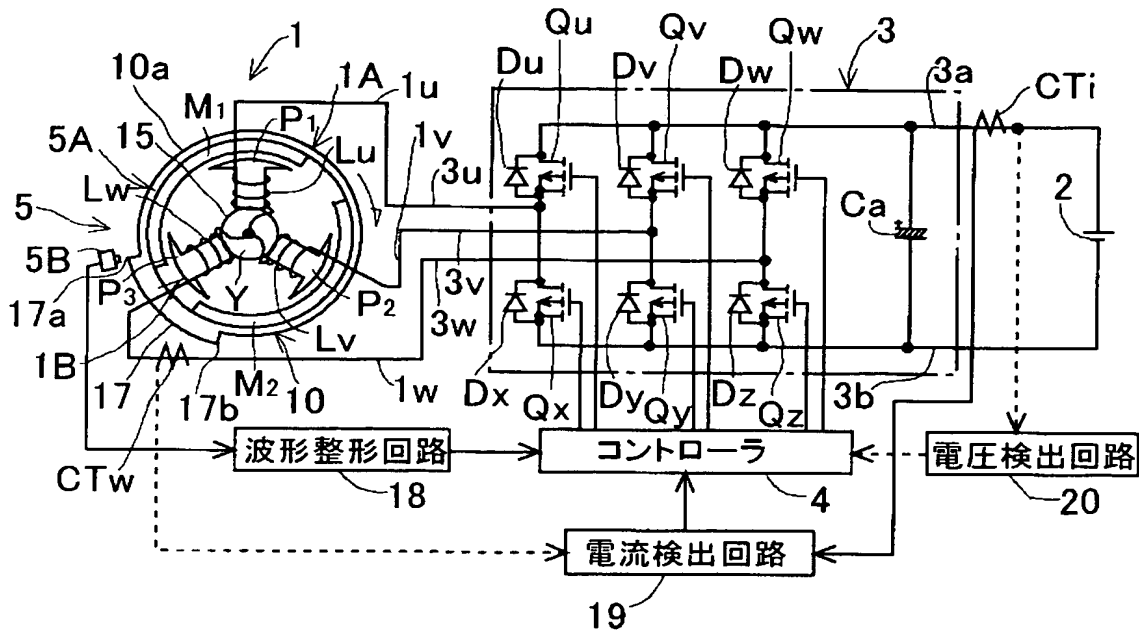
4 コントローラ

Q u ~ Q w 及び Q x ~ Q z インバータを構成するスイッチ素子

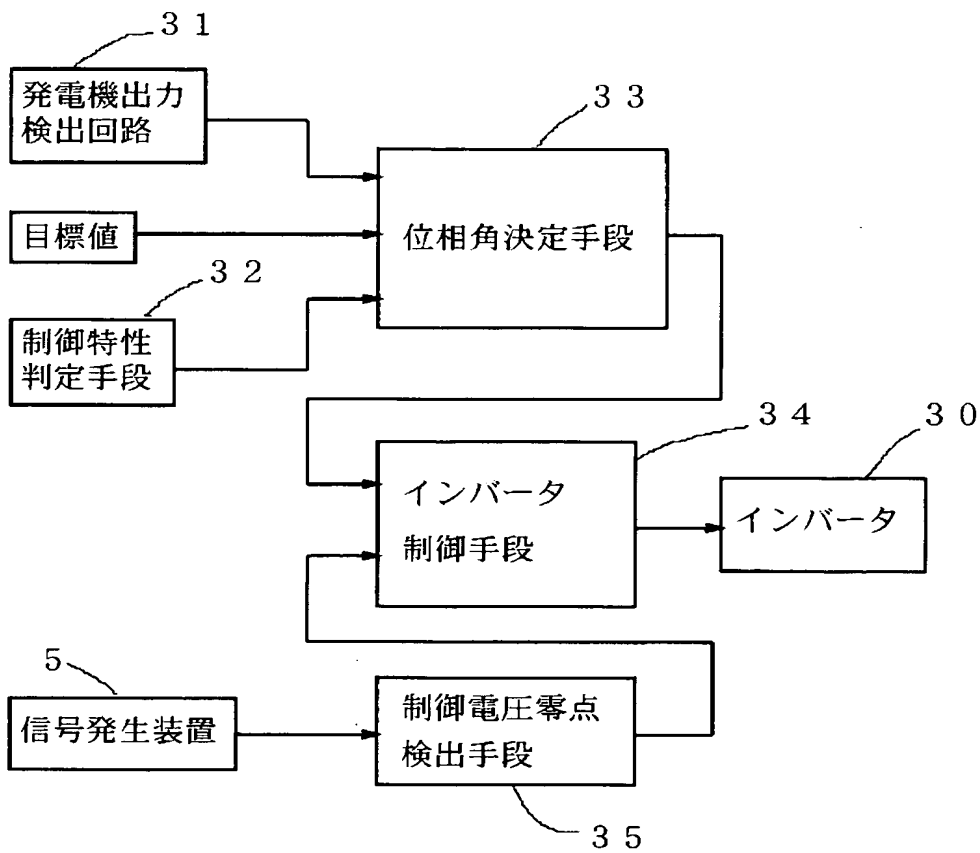
D u ~ D w , D x ~ D z A C / D C コンバータを構成するダイオード

【書類名】 図面

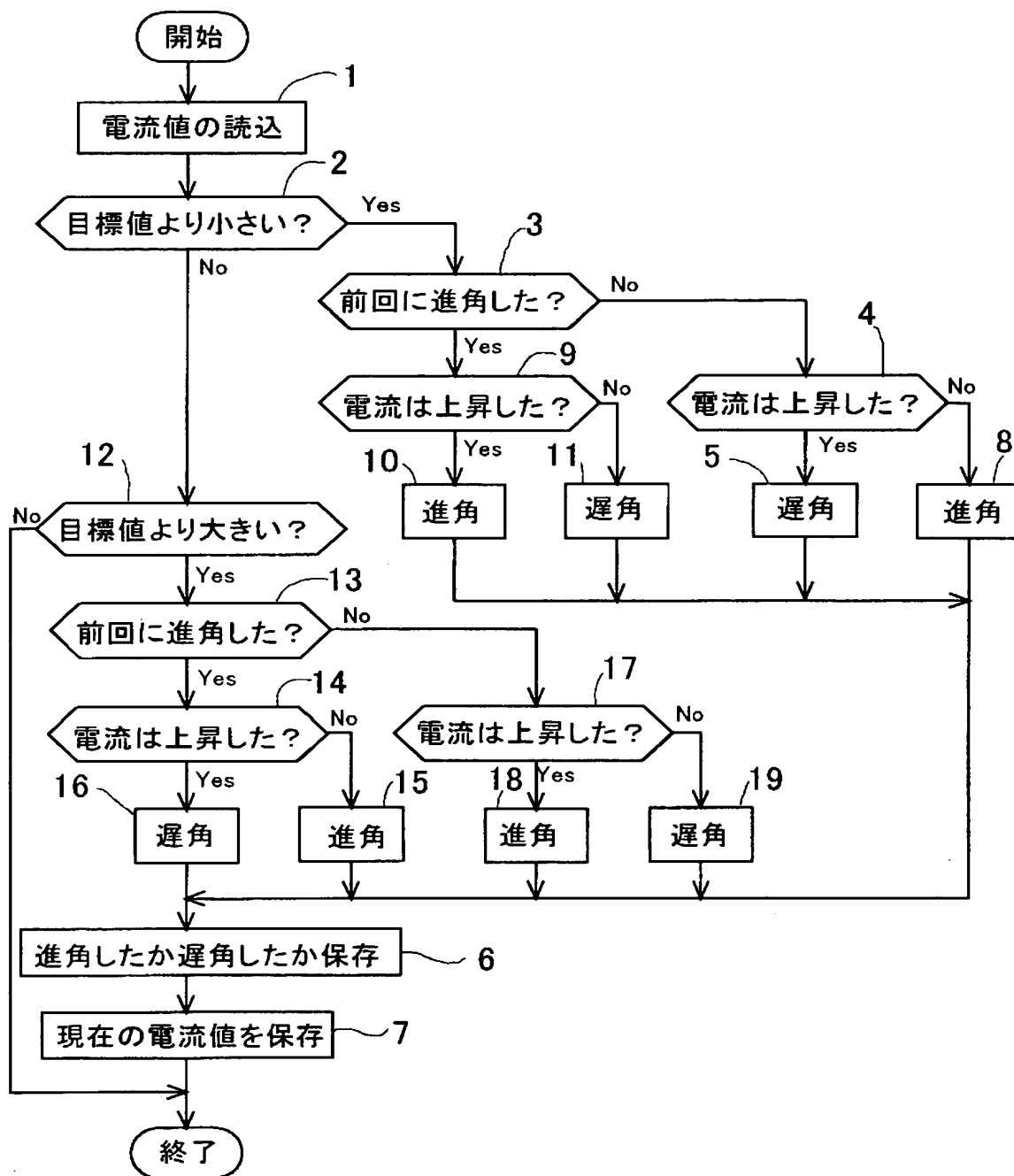
【図 1】



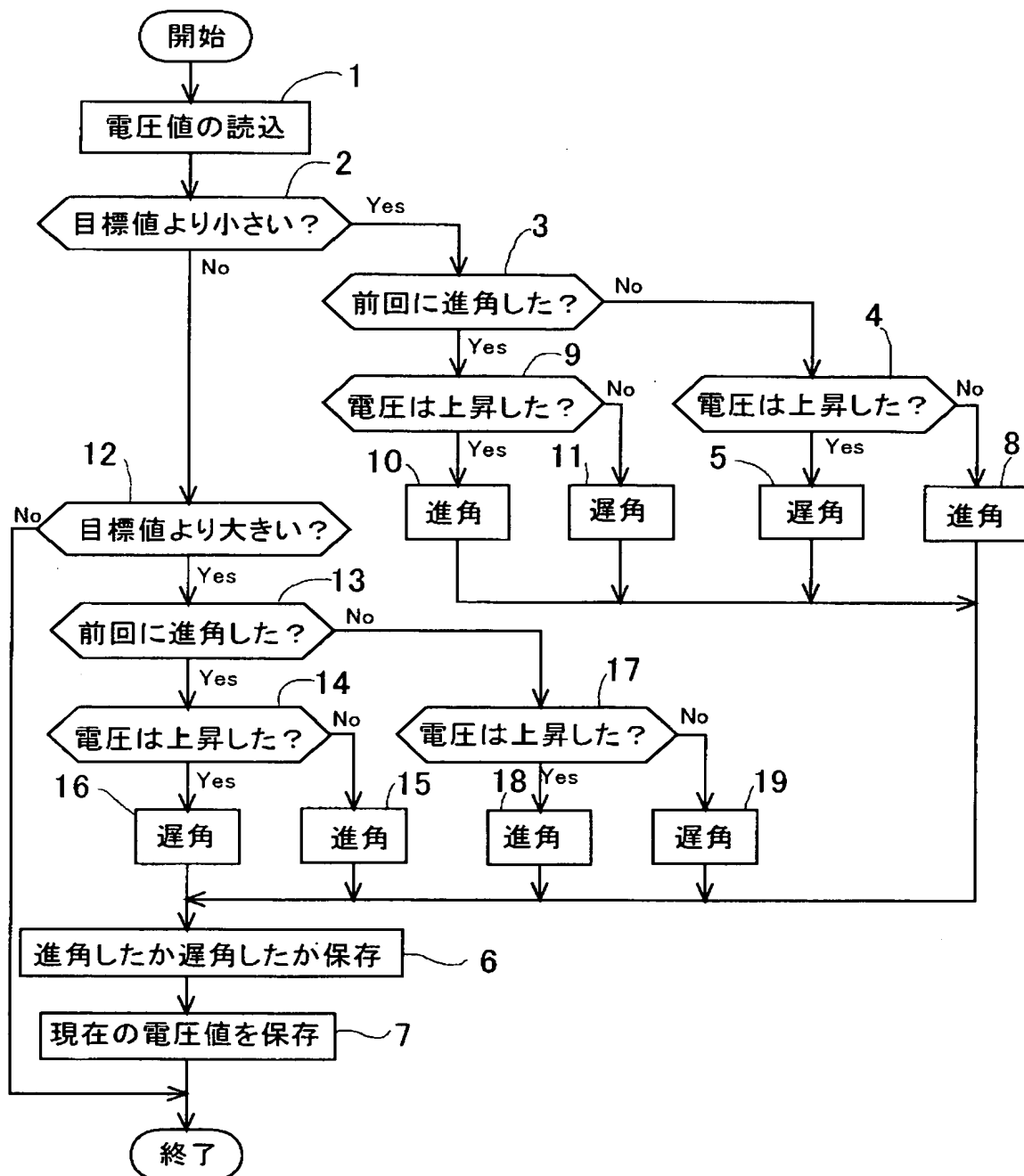
【図 2】



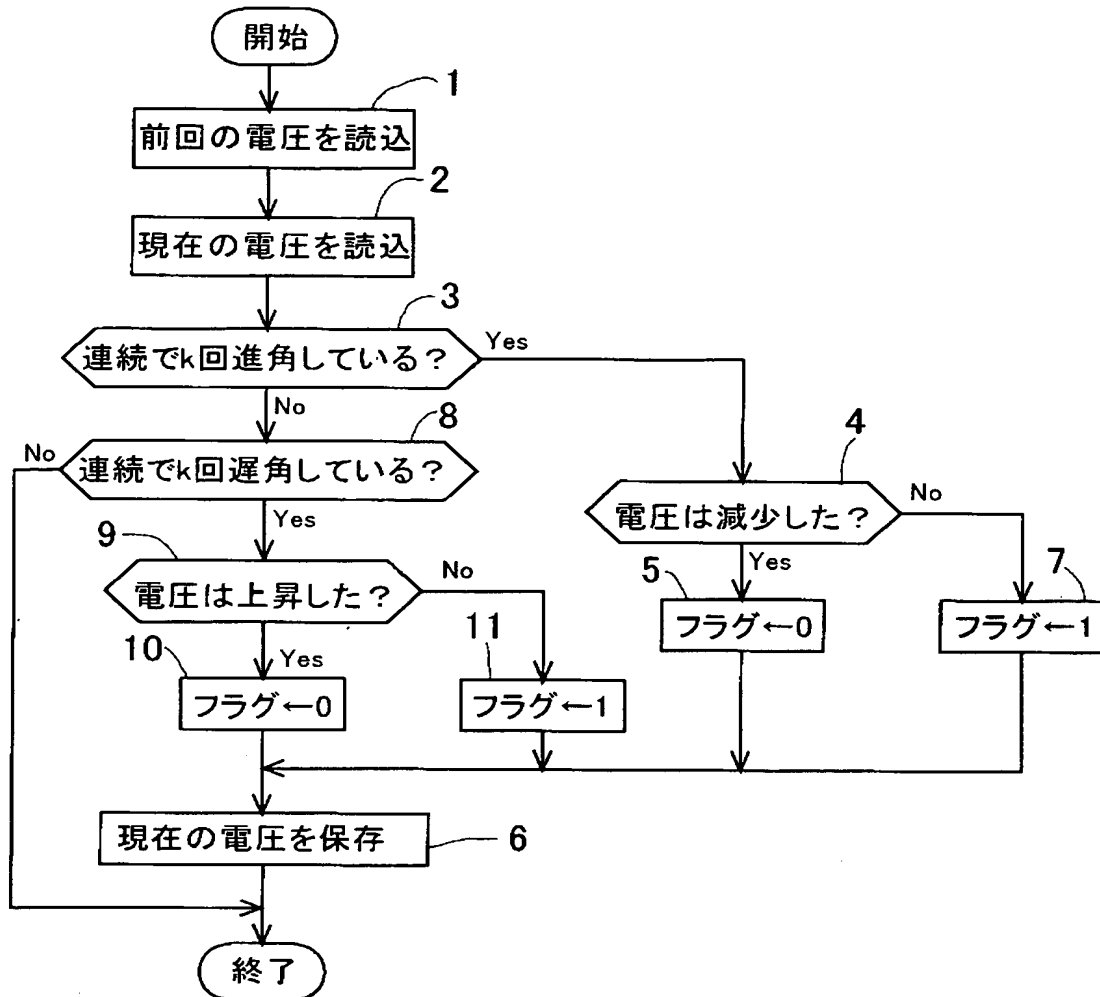
【図 3】



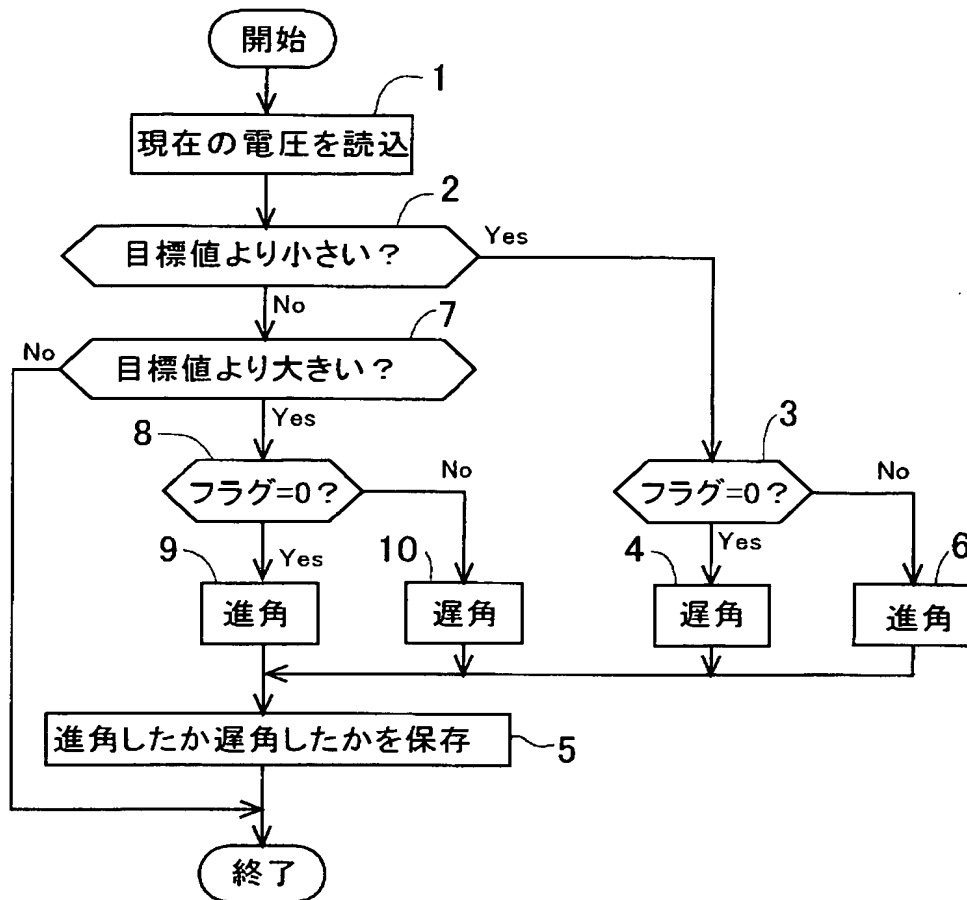
【図 4】



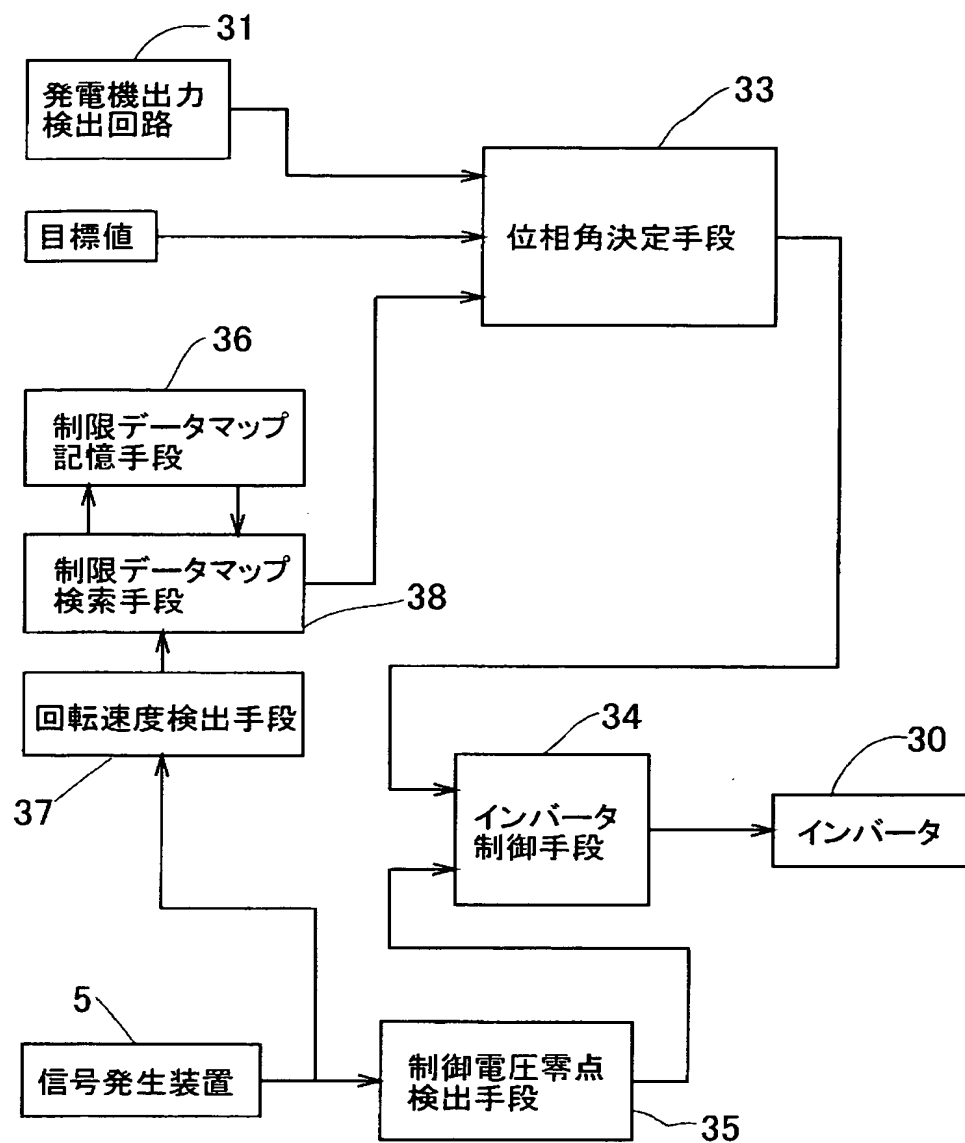
【図 5】



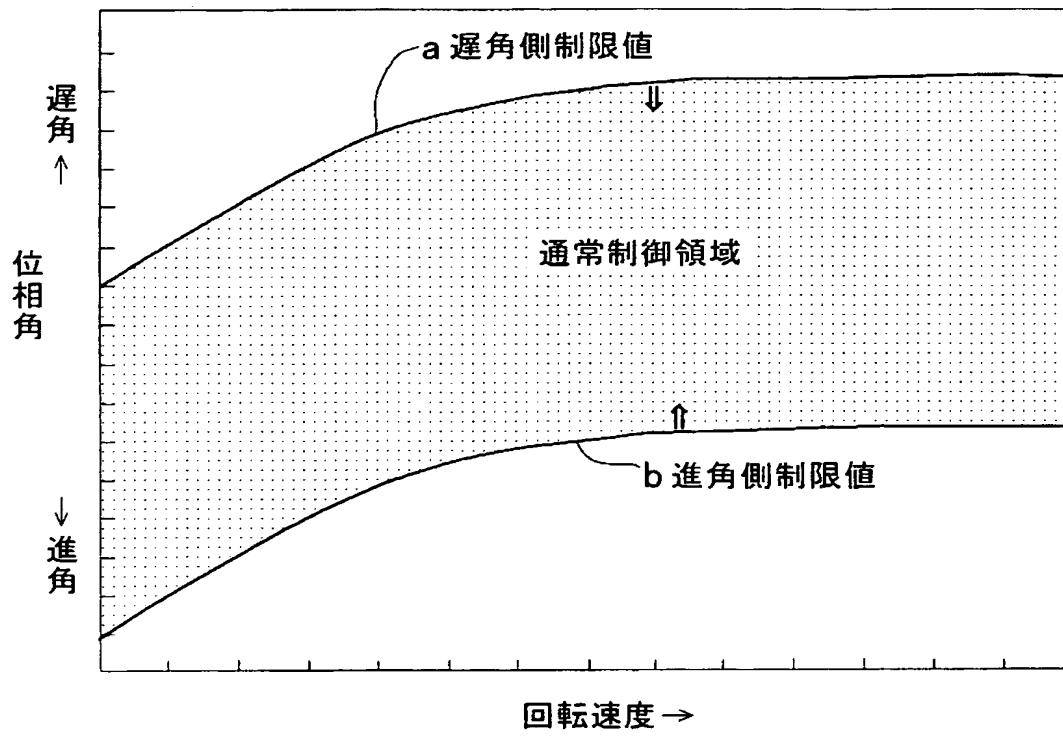
【図 6】



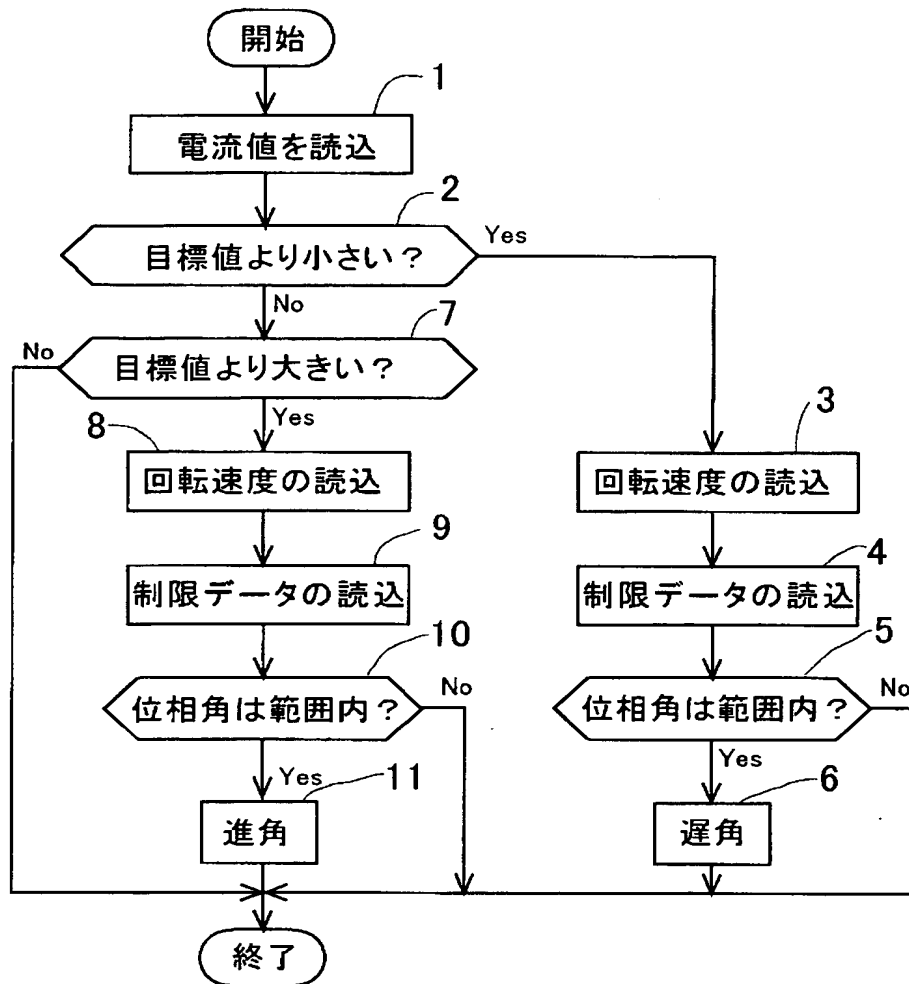
【図 7】



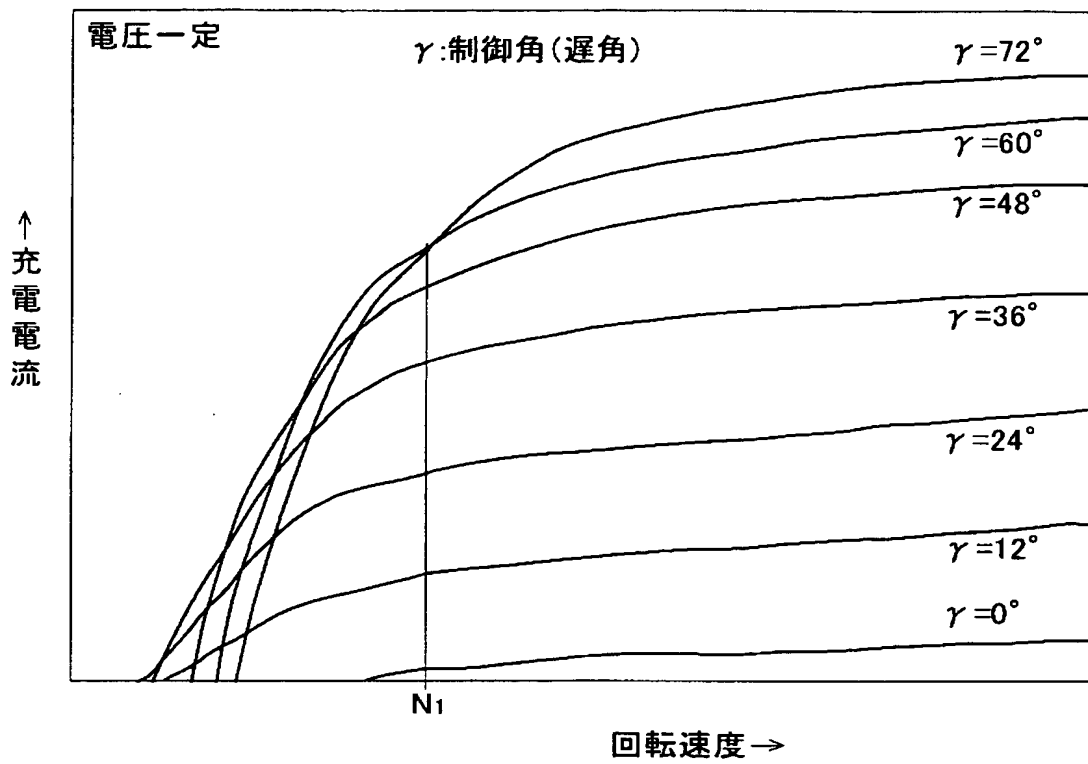
【図 8】



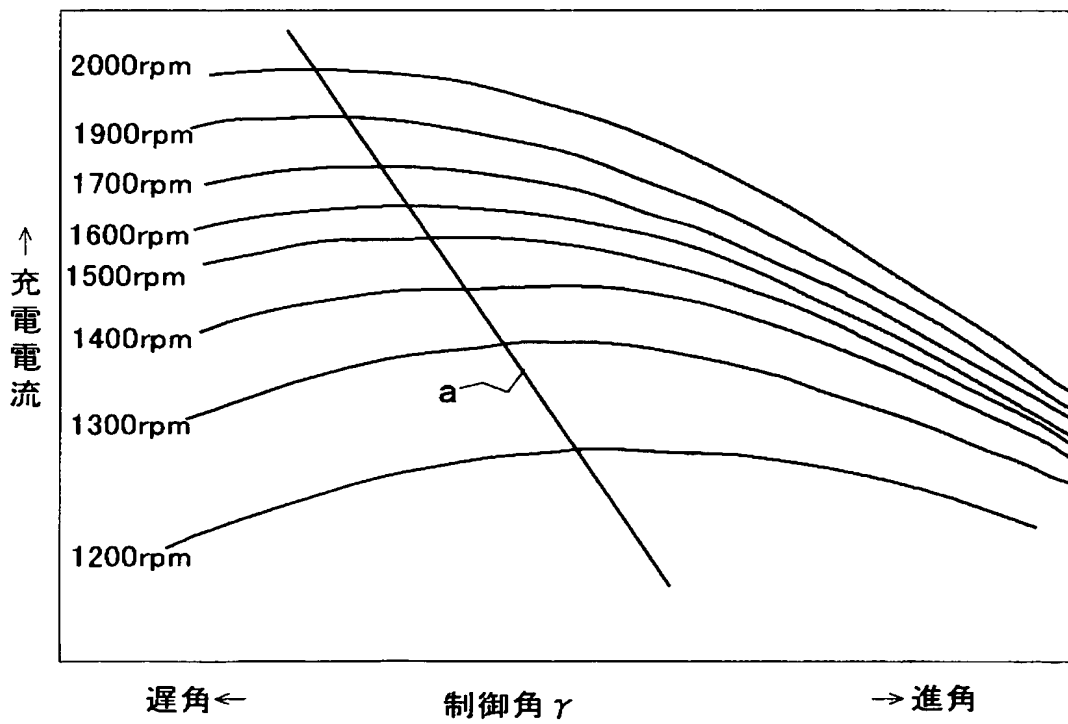
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 磁石発電機の電機子コイルに交流制御電圧を印加することにより発電機出力を制御する発電装置において、出力の制御を常に的確に行なわせること。

【解決手段】 バッテリ 2 からインバータを通して磁石発電機 1 の電機子コイルに交流制御電圧を印加して、該交流制御電圧の位相角を変化させることにより、磁石発電機の出力を増減させて、該発電機の出力を目標値に一致させる制御を行わせる。交流制御電圧の位相角を遅らせたときに磁石発電機の出力が増加する特性、及び交流制御電圧の位相角を遅らせたときに発電機の出力が減少する特性をそれぞれ正規の制御特性及び相反的な制御特性とし、交流制御電圧の位相角に対する発電機の出力の現在の制御特性がいずれの制御特性であるかを判定して、その判定結果に基づいて発電機の出力を目標値に近づける制御を行う際の交流制御電圧の位相角の変化の方向を決める。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 3 3 2 5 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 3 4 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 3 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県沼津市大岡 3 7 4 4 番地

氏 名

国産電機株式会社